*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института, том XXVIII, 1953 г.*

# ТИПЫ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ УРАЛА И ИХ ХРУСТАЛЕНОСНОСТЬ

*Доц. А. Е. Карякин*

## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИЛОВМЕЩАЮЩИХ ТРЕЩИН

В породах хрусталеносной полосы Северного Урала господствуют три системы трещин отдельности: согласные, секущие и поперечные. К этим трещинам приурочены почти все хрусталеносные кварцевые жилы Северного Урала.

Согласные трещины развиваются по плоскостям сланцеватости вмещающих пород. Элементы залегания трещин этой системы находятся в прямой зависимости от направления сланцеватости. Как правило, простирание их близко к меридиональному, а падение западное под углом 30—85°.

На рис. 1 изображена согласная кварцевая жила.

Секущие трещины развиваются по направлению простирания сланцеватости вмещающих пород, но по падению они секут плоскость сланцеватости почти под прямым углом. В зависимости от углов падения плоскостей сланцеватости вмещающих пород, углы падения жиловмещающих трещин этой системы колеблются от 75° до горизонтальных.

На рис. 2 показан характер залегания секущей кварцевой жилы.

Поперечные трещины секут сланцеватость вмещающих пород как по простиранию, так и по падению. В зависимости от того в какой из этих систем располагаются кварцевые жилы, они делятся на три типа:

I тип — согласные кварцевые жилы;

II тип — секущие кварцевые жилы;

III тип — поперечные кварцевые жилы.

Среди кварцевых жил Северного Урала наиболее распространены первые два типа. Поперечные кварцевые жилы встречаются реже. Необходимо заметить, что деление кварцевых жил на перечисленные типы условно, ибо все они одновозрастны, генетически родственны и выполняют систему трех сопряженных между собой тектонических трещин. Подтверждением этого является жила № 47 на месторождении Кварцита-Шор и жила № 15 на месторождении Верхний Парнук.

Кварцевая жила № 47 приурочена к двум системам сопряженных между собой трещин (согласным и секущим), благодаря чему она имеет ступенчатую форму. Жила № 15 залегает в зоне контакта кварцитовых конгломератов с интрузией диорита и заполняет все три системы густорасположенных трещин, образуя штокверкообразное кварцевое тело весьма сложной формы. Однако, несмотря на имеющиеся отклонения, кварцевые жилы значительно чаще встречаются в виде самостоятельных согласных, секущих и поперечных.

Почти во всех породах (сланцах, кварцитах и гранитоидах) Северного Урала хорошо выражена сланцеватость и гнейсификации. К тому

же элементы залегания плоскостей сланцеватости и гнейсификации, как правило, совпадают с элементами залегания изоклинальных складок. Поэтому принцип классификации жиловмещающих трещин, основанный

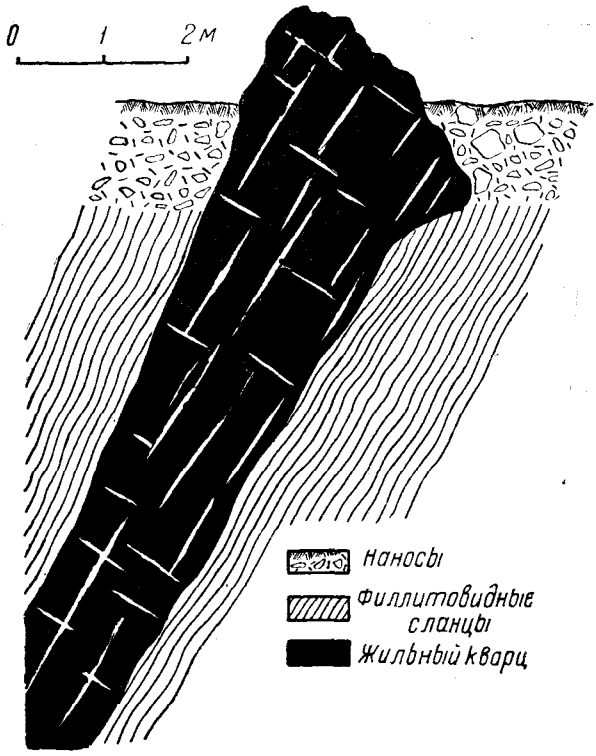



Рис. 1. Согласная кварцевая жила № 64 (месторождение Додо), приуроченная к сланцеватости пород

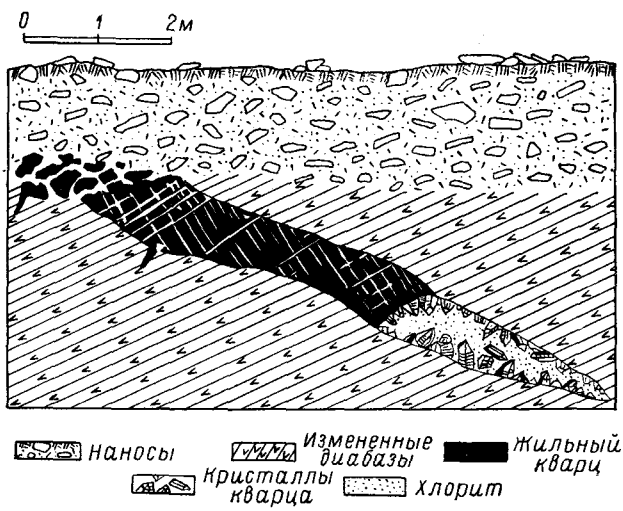



Рис. 2. Гнездо с кристаллами кварца, расположенное на выклинивании секущей кварцевой жилы

на отношении плоскостей трещин к плоскостям сланцеватости, вполне приемлем и практически удобен.

Как было сказано выше, простирание плоскостей сланцеватости близко к меридиональному, а падение их преимущественно западное под углом 25—85°. В соответствии с этим элементы залегания согласных трещин полностью совпадают с элементами залегания плоскостей сланцеватости и гнейсификации.

Простирание секущих трещин близко к меридиональному, а падение, обычно, восточное под углом от 0 до 75°.

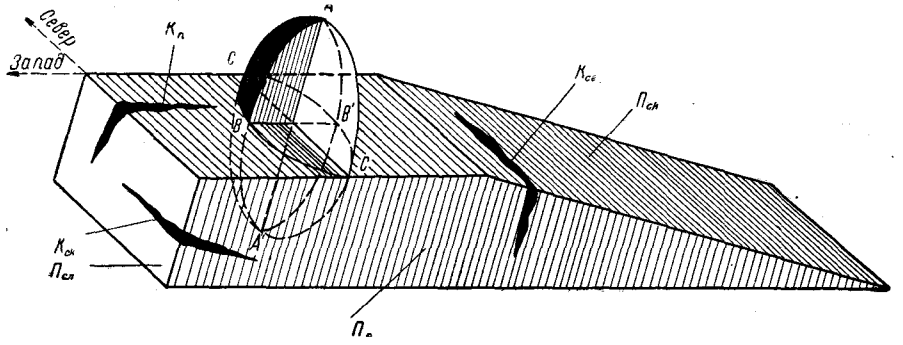



**Рис. 3. Положение эллипсоида деформации в складчатой структуре Приполярного Урала: $AA^1$—большая ось эллипсоида деформации; $CC^1$—средняя ось эллипсоида деформации; $BB^1$—малая ось эллипсоида деформации; $П_{сл}$—плоскость сланцеватости; $П_{ск}$—секущая плоскость; $П_п$—поперечная плоскость; $К_{сг}$—согласная кварцевая жила; $К_{сн}$—секущая кварцевая жила; $К_п$—поперечная кварцевая жила**

Поперечные трещины имеют простирание, близкое к широтному, а углы падения от 60 до 90°. Из рис. 3 видно, что в складчатой структуре Северного Урала большая ось ($AA^1$) эллипсоида деформации совпадает с линией падения плоскости сланцеватости, а малая ось ($BB^1$) параллельна направлению наибольшего сжатия пластов, действовавшего во время складкообразования.

По классификации Беккера согласные ($П_{сл}$ — плоскость сланцеватости) и секущие ($П_{ск}$ — плоскость секущей трещины) трещины следует отнести к трещинам скалывания, а поперечные ($П_п$ — плоскость поперечной трещины) — к трещинам растяжения.

Согласные и секущие трещины (трещины скалывания) пересекаются в средней оси ($CC^1$) эллипсоида деформации под углом близким к 90°. Трещины растяжения ориентированы вдоль малой оси ($BB^1$) эллипсоида деформации и образуют с трещинами скалывания угол около 90°. Линия пересечения трещин скалывания (секущих и согласных) расположена параллельно средней оси ($CC^1$) эллипсоида деформации и совпадает с направлением простирания складчатых структур Северного Урала.

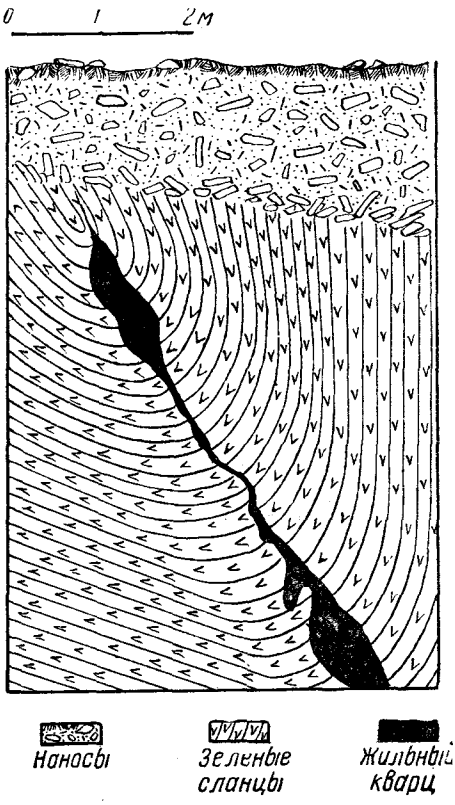
На рис. 4 показана секущая кварцевая жила, приуроченная к шарниру синклинальной складки.

## 2. РАЗМЕРЫ И МОРФОЛОГИЯ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ

Хрусталеносные кварцевые жилы, располагаясь в системе тектонических трещин, имеют самые различные размеры и формы. Размеры кварцевых жил обычно небольшие и колеблются от 5 до 25 *м* по простиранию и от 2 до 10 *м* по падению. Одиночные жилы имеют размеры до 100 *м* по простиранию и 15 *м* по падению. Мощность кварцевых жил непостоянная и, как правило, резко меняется как по падению, так и по простиранию; она варьирует от десятков сантиметров до 15 *м*.

Морфология кварцевых жил весьма разнообразна. Среди кварцевых жил Северного Урала можно выделить следующие морфологические типы: линзообразные, четковидные, пластообразные, седловидные и кварцевые жилы весьма неправильной формы.

Наиболее распространенными формами кварцевых жил являются линзообразные, четковидные и пластообразные. Они одинаково часто встречаются как в трещинах скалывания, так и в трещинах растяжения.




Рис, 4. Секущая кварцевая жила, приуроченная к шарнирной части складки

Седловидные кварцевые жилы имеют ограниченное распространение и обычно располагаются в шарнирной части мелких антиклинальных и синклинальных складок.

Многие кварцевые жилы имеют апофизы. В одних жилах они отходят от лежачего бока, в других — от висячего. Редко, но встречаются кварцевые жилы с апофизами, отходящими и от лежачего и от висячего боков. При наличии большого количества апофиз кварцевая жила приобретает весьма сложные очертания. Так, например, от жилы № 16 (месторождение Верхний Парнук) ответвляется много апофиз как от лежачего, так и от висячего боков. При этом апофизы висячего бока приурочены к системе параллельных трещин, имеющих падение на юг, а апофизы лежачего бока располагаются в трещинах с падением на север. Углы падения апофиз значительно меньше угла падения самой жилы. Поэтому в поперечном разрезе апофизы жилы № 15 напоминают корни дерева, отходящие от ствола вниз и в противоположные стороны.

Наиболее сложные формы приобретают те кварцевые жилы, кото-

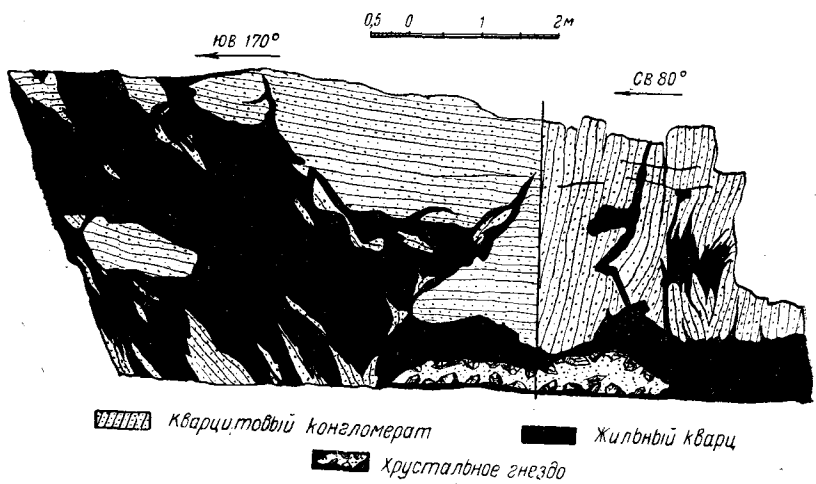



Рис. 5. Кварцевая жила сложной формы (№ 15 месторождение Верхний Парнук)

рые располагаются не по одной, а по двум или трем системам сопряженных и густо расположенных трещин. Как уже упоминалось, примерами

таких жил могут быть: жила № 47 на месторождении Кварцито-Шор, жилы № 15 и 16 на месторождении Верхний Парнук.

На рис. 5 показана сложная форма одной из кварцевых жил месторождения Верхний Парнук.

### 3. СТРОЕНИЕ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ, СТРУКТУРА И ТЕКСТУРА ЖИЛЬНОГО КВАРЦА

Большинство кварцевых жил Северного Урала имеет симметрично-зональное строение. Однако не у всех жил оно выражено четко. Симметрично-зональное строение кварцевых жил обусловлено чередованием зон, отличающихся друг от друга по цвету, текстуре и структуре жильного кварца. В кварцевой жиле симметрично-зонального строения более или менее отчетливо выделяется центральная зона и окаймляющие ее краевые зоны.

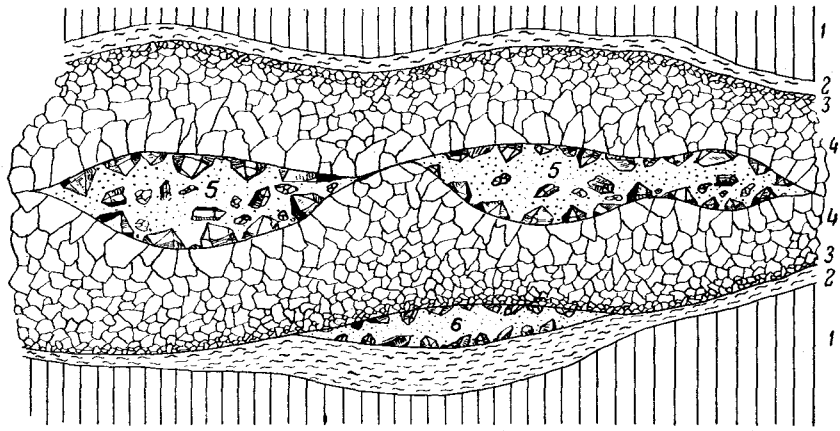



Рис. 6. Зонально-симметричное строение кварцевой жилы:

*1*—кварцево-серицитовые сланцы; *2*—измененные породы; *3*—мелко- и среднезернистый жильный кварц; *4*—крупнозернистый жильный кварц; *5*—хрустальные гнезда, приуроченные к плоскости симметрии кварцевых жил. Гнездовое выполнение: кварцевый песок и обломки жильного кварца; *6*—хрустальное гнездо, приуроченное к зальцбанду кварцевой жилы. Гнездовое выполнение: серицит, кварцевый песок и глина

Центральная зона составляет основную часть жилы и сложена молочно-белым крупнозернистым кварцем. Краевые зоны окаймляют центральную зону кварцевой жилы в виде узких оторочек и сложены серовато-белым мелкозернистым полупрозрачным кварцем. Отчетливые границы между отдельными зонами наблюдаются весьма редко и обычно переход одной зоны в другую происходит постепенно. В некоторых кварцевых жилах плоскость симметрии довольно четко фиксируется цепью линзовидных полостей («занорышей»). Стенки таких полостей покрыты друзами мелких кристаллов кварца.

На рис. 6 показано симметрично-зональное строение кварцевой жилы. Сравнительно редко, но встречаются кварцевые жилы с друзовыми оторочками в призальбандовых зонах. Замечено, что размеры зерен жильного кварца постепенно возрастают от зальбандов жилы к ее центру. При этом в краевых частях жилы зерна кварца изометричны, а в центральной зоне имеют удлиненную форму и ориентированы почти перпендикулярно зальбанду. В центральных зонах некоторых кварцевых жил зерна кварца настолько велики (до 25 *см* в диаметре), что жильный кварц приобретает гигантозернистую структуру. Почти во всех кварце-

вых жилах зерна жильного кварца катаклазированы и при исследовании под микроскопом имеют обычное погасание.

При сравнении жильного кварца из различных частей кварцевой жилы наблюдается значительно большая степень раздробленности зерен кварца в центральной зоне и вблизи хрустальных гнезд.

Большинство согласных кварцевых жил разбито системой параллельных трещин, причем одна из них обычно совпадает с направлением плоскости жилы и придает ей сланцеватый облик. Отдельные кварцевые жилы имеют полосчатое строение, которое обусловлено послойным включением тонких пачек сланцев. Характерной особенностью некоторых кварцевых жил является наличие включений угловатых обломков вмещающих пород, придающих жилам брекчиевое сложение.

Таким образом, в строении кварцевых жил можно наблюдать следующие текстуры: массивную, друзовую, сланцеватую, полосчатую и брекчиевую. Массивная текстура характерна для центральных зон кварцевых жил; друзовая — для осевой и призальбандовой частей жилы; сланцеватая, полосчатая и брекчиевая — для отдельных кварцевых жил в целом.

Строение кварцевых жил, структура и текстура жильного кварца указывают на то, что хрусталеносные жилы Северного Урала образовались из гидротермальных растворов путем постепенного заполнения раскрывавшихся трещин. Нарастание жильного кварца происходило от стенок жиловмещающих трещин к центру жил.

Симметрично-зональное строение жил свидетельствует о значительном отрезке времени, в течение которого происходило формирование каждой отдельно взятой кварцевой жилы. Если к этому добавить, что эти жилы образовались не в один, а в несколько этапов, то продолжительность периода формирования всех кварцевых жил хрусталеносной полосы Северного Урала должна быть довольно большой.

Период формирования кварцевых жил, по всей вероятности, характеризовался двумя основными параллельно происходившими процессами: раскрытием жиловмещающих трещин и отложением в них кварца из гидротермальных растворов.

### 4. ОКОЛОЖИЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ БОКОВЫХ ПОРОД

В контакте с кварцевыми жилами вмещающие породы подвергались воздействию гидротермальных растворов.

Наиболее четко выраженными процессами гидротермального изменения являются серицитизация и хлоритизация.

Процесс гидротермального изменения не ограничивался серицитизацией и хлоритизацией, а сопровождался эпидотизацией и окварцеванием вмещающих пород. Однако не во всех боковых породах в одинаковой степени проявляются все эти стадии гидротермального изменения. В отдельных зонах некоторые из этих стадий имеют слабое проявление или полностью выпадают, так как характер их изменения в значительной мере обусловливается петрографическим составом вмещающих пород. Например, в гранитах, кварцево-серицитовых и серицито-кварцевых сланцах слабо выражены хлоритизация, эпидотизация и цоизитизация, но зато интенсивно проявляется серицитизация. В зальбандах кварцевых жил, залегающих в этих породах, происходит накопление чешуйчатого агрегата серицита, кварцевого песка и глины. Кварцевый песок и глина, очевидно, образуются за счет полевого шпата при развитии по нему серицита и частично хлорита. Во вмещающих породах, богатых железом, магнием и кальцием (диориты, зеленые и кварцево-хлоритовые сланцы), интенсивно проявляются хлоритизация, эпидотизация и цоизитизация. Вместо серицита в зальбандах кварцевых жил происходит обильное накопление мелкочешуйчатого хлорита.

Выщелачивание вмещающих пород наблюдается около хрустальных гнезд. Наибольшие зоны с интенсивным проявлением выщелачивания удалось наблюдать около кварцевых жил, залегающих в аркозовых кварцито-песчаниках на месторождениях Перевальное и Верхний Парнук. При выщелачивании порода приобретает ноздреватое строение. Ноздреватость обусловлена разложением полевого шпата и переотложением составных частей в зальбандах кварцевых жил в виде рыхлого агрегата, состоящего из серицита, кварцевого песка и глины.

При интенсивном гидротермальном изменении вмещающие породы приобретают более светлую окраску, становятся рыхлыми и рассланцованными параллельно плоскости зальбанда.

Ширина зоны гидротермального изменения боковых пород не зависит от мощности кварцевой жилы и редко превышает 1 *м* с каждой ее стороны. Обычно более или менее интенсивное околожильное изменение ограничивается первыми десятками сантиметров.

Характер и ширина зон околожильных изменений вмещающих пород являются основными доводами при объяснении происхождения жил латераль-секреционной гипотезой. Как известно, в латераль-секреционных месторождениях образование минералов полезного ископаемого происходит за счет выщелачивания материала из вмещающих пород и переотложения его в открытых трещинах.

Минеральные жилы этого типа сопровождаются широкими зонами выщелоченных пород. Выше было отмечено, что около кварцевых жил Северного Урала зоны выщелачивания встречаются только подле хрустальных гнезд и имеют небольшие размеры. Однако Г. В. Меркулова [4] считает, что кварцевые жилы Северного Урала имеют латераль-секреционное происхождение, относятся к альпийскому типу и образованы термальными водами, которые из гранитной магмы выносили только углекислоту и окись калия. Все остальное вещество кварцевых жил Северного Урала, по мнению Г. В. Меркуловой, выщелачивалось из вмещающих пород и переотлагалось в открытых трещинах.

Если принять во внимание весьма большую насыщенность кварцевыми жилами площади Северного Урала и их существенно кварцевый состав, то в пределах хрусталеносной полосы должны были существовать широкие зоны, сложенные выщелоченными породами. Однако ни одним исследователем, посетившим Северный Урал, такие зоны выщелачивания не фиксировались; не отмечались они и в работах геологов Полярно-Уральской экспедиции.

Наоборот, все геологи, работавшие на Северном Урале, в том числе и Г. В. Меркулова, отмечают региональный характер окварцевания пород хрусталеносной полосы, их пересыщенность кремнекислотой, вследствие чего кварц присутствует даже в самых основных членах изверженных массивов, до габбро включительно.

В качестве одного из доказательств альпийского типа кварцевых жил Северного Урала Г. В. Меркулова выдвигает такие наблюдения: «Ширина полосы измененных пород никогда не превышает 10 *м*, но обычно бывает меньше (5—6 *м*). Ширина полосы измененных пород, повидимому, зависит от мощности жилы» [4].

Как уже было сказано, ширина зоны околожильного изменения вмещающих пород редко бывает больше 1 *м* и, как правило, ограничивается 25—50 *см*. Ни на одном месторождении Северного Урала нами не наблюдалась ширина околожильного изменения в 5, а тем более в 10 *м*. При просмотре большого количества кварцевых жил всех месторождений Северного Урала нигде не замечалась зависимость ширины зоны измененных пород от мощности кварцевой жилы. Напротив, имеется целый ряд хрусталеносных трещин, в которых совершенно отсутствует жильный кварц, а кристаллы нарастают непосредственно на вмещающих породах. На рис. 7 изображена подобная хрусталеносная трещина.

Около таких трещин вмещающие породы интенсивно изменены, а ширина зоны измененных пород имеет значительные размеры. Наоборот, около некоторых кварцевых жил мощностью в 5 *м* (и более) наблюдается совершенно незначительное изменение боковых пород. Следует заметить, что наиболее интенсивное изменение вмещающих пород проявляется около тех частей кварцевой жилы, к которым приурочены хрустальные гнезда.

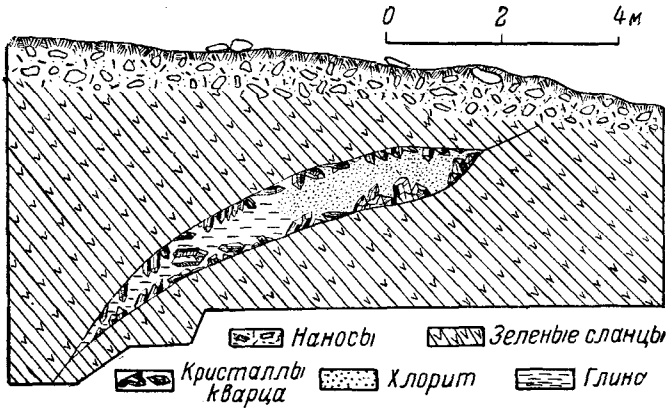



**Рис. 7. Минерализованная трещина**

Проявление интенсивного изменения вмещающих пород около хрусталеносных трещин и вблизи хрустальных гнезд свидетельствует о том, что химическая активность гидротермальных растворов увеличилась с понижением концентрации в них кремнекислоты.

### 5. ХРУСТАЛЕНОСНОСТЬ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ

Хрусталеносными называют те кварцевые жилы, которые содержат в себе гнезда с кристаллами кварца. Далеко не все кварцевые жилы Северного Урала являются хрусталеносными. Проблема изучения признаков, указывающих на хрусталеносность кварцевой жилы, является одной из наиболее существенных и, несомненно, самой трудной. Необходимость разрешения этой проблемы особенно остро стоит перед геологами Полярно-Уральской экспедиции в настоящее время. Дело в том, что на первых этапах работы экспедиции кристаллы пьезооптического кварца в основном добывались из россыпей. По кристаллам кварца, найденным на поверхности, сначала обнаруживали россыпь, а уже в процессе разведки и ее отработки отыскивали коренное гнездо с кристаллами кварца, если оно не было полностью разрушено эрозией; или же по кристаллам кварца вскрывали хрусталеносную кварцевую жилу. Однако в итоге 12-летней работы геологами экспедиции детально исследована большая часть площади хрусталеносной полосы, и, естественно, что с каждым годом все меньше и меньше открывается россыпей с кристаллами кварца. Поэтому за последние годы основная добыча пьезооптического кварца производилась из коренных кварцевых жил. При этом многие из них оказывались нехрусталеносными. Известно, что на отработку коренной кварцевой жилы затрачивается много труда, средств и времени. Перед геологами были поставлены задачи не только отыскивать кварцевые жилы, но и подмечать признаки, по которым можно отличать хрусталеносную кварцевую жилу от нехрусталеносной. Несмотря на большую работу, проделанную геологами по изучению признаков, определяющих хрусталеносность кварцевых жил, эта проблема до сих пор полностью не разрешена. Однако в процессе разведки и отработки большого числа кварцевых жил подмечены косвенные признаки; по ним с некоторой сте-

пенью достоверности можно отличать хрусталеносную жилу от нехрусталеносной.

К признакам, указывающим на хрусталеносность кварцевых жил, мы относим следующие: 1) приуроченность кварцевых жил к секущим и поперечным трещинам; 2) четко выраженное зонально-симметричное строение кварцевых жил и наличие гигантозернистой структуры у жильного кварца; 3) интенсивное околожильное изменение вмещающих пород гидротермальными растворами.

Опыт разведки и отработки кварцевых жил показывает, что наиболее хрусталеносными являются те кварцевые жилы, которые залегают в секущих и поперечных трещинах. При этом для многих кварцевых жил, содержащих промышленные хрустальные гнезда, характерно наличие четко выраженного зонально-симметричного строения кварцевой жилы и гигантозернистой структуры жильного кварца. Последнее подтверждается хрусталеносными жилами, разведанными и отработанными на месторождениях Педы, Малый Паток, Перевальное, Манья-Нелл и др. Выше было отмечно, что наиболее интенсивное изменение боковых пород наблюдается в той части кварцевой жилы, где располагается хрустальное гнездо. Поэтому степень интенсивности околожильного изменения также указывает на хрусталеносность кварцевой жилы.

Довольно точно установлено, что согласные кварцевые жилы не содержат гнезд с кристаллами кварца и являются нехрусталеносными. Следует заметить, что некоторые согласные кварцевые жилы содержали хрустальные гнезда, но эти гнезда были приурочены не к жилам, а к их секущим апофизам (жила № 3 на месторождении Верхний Парнук).

В заключение попытаемся дать объяснение, почему наиболее хрусталеносными являются, во-первых, кварцевые жилы, имеющие четко выраженное зонально-симметричное строение, во-вторых, кварцевые жилы, приуроченные к секущим трещинам, и, в-третьих, кварцевые жилы, сопровождающиеся интенсивным изменением вмещающих пород.

Четко выраженное зонально-симметричное строение указывает на большой отрезок времени, в течение которого происходило формирование кварцевой жилы. Из этого можно сделать вывод, что трещины, вмещающие кварцевые жилы с зонально-симметричным строением, имели более длительную связь с магматическим очагом, чем трещины, в которых располагаются кварцевые жилы с мелко- и среднезернистым жильным кварцем массивной текстуры.

В работах автора [2], [3] доказывается, что образование кристаллов кварца происходило в последние фазы гидротермального процесса, когда растворы были в меньшей степени насыщены кремнекислотой. Следовательно, растворы последних фаз гидротермального процесса прежде всего поступали в те трещины, которые еще не потеряли связи с магматическим очагом. Таким образом, кварцевые жилы с четко выраженным зонально-симметричным строением находились в более благоприятных условиях для образования в них кристаллов кварца.

В осевой плоскости кварцевых жил, имеющих четко выраженное зонально-симметричное строение, почти всегда располагаются жеоды с кристаллами кварца, а иногда к этой плоскости приурочиваются даже промышленные хрустальные гнезда (жила № 570 — месторождение Додо, жила № 16 — месторождение Золото-Шор).

Локализация жеод и хрустальных гнезд в этой плоскости не случайное явление, так как выполнение открытых трещин жильным кварцем происходило от стенок трещины к ее центру, вследствие чего в центральной части кварцевой жилы получился своеобразный шов. Такие швы фиксируются наличием гребенчатой структуры и цепью линзовидных пустот, из стенок которых выступают головки кристаллов горного хрусталя. Зонально-симметричное строение кварцевых жил и наличие в их

центральной части мелких пустот с кристаллами кварца указывают на то, что к окончанию формирования таких жил физико-химический режим гидротермальных растворов значительно изменился, и из них выпал не жильный кварц, а начали образовываться кристаллы кварца. Кроме того, по этим швам происходило повторное раскрытие трещин с образованием хрустальных гнезд в центральных частях кварцевых жил.

Многими геологами, изучавшими условия образования кристаллов горного хрусталя, было замечено, что кристаллы, растущие на стенках трещины, являются продолжением зерен кварца вмещающей породы. Поэтому, если кристаллизация горного хрусталя начинается на «затрав-

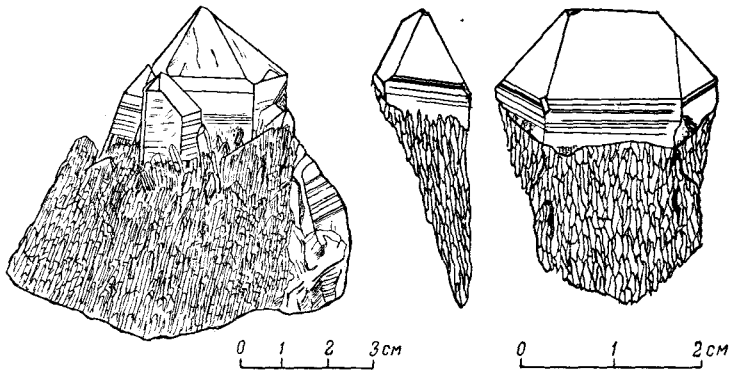



Рис. 8. Характер нарастания кристаллов кварца на кварциты

ках», то ориентировка кристаллов по отношению к плоскости трещины будет предопределена ориентировкой зерен кварца во вмещающей породе. Зерна кварца и другие породообразующие минералы метаморфических пород Северного Урала претерпели механическую и перекристаллизационную перегруппировку, которая обусловила статическую анизотропию породы. Статическая анизотропия породы выражается в ее сланцеватости и закономерном расположении породообразующих минералов по отношению к плоскости сланцеватости.

Пользуясь универсальным федоровским столиком, Г. Г. Леммлейн измерил ориентировку нескольких сотен зерен кварца из сланцев Северного Урала. Шлифы были ориентированы перпендикулярно плоскости сланцеватости пород, т. е. параллельно плоскости секущих трещин. Эти измерения показали, что наибольшее количество зерен кварца ориентировано оптической осью почти параллельно плоскости секущей трещины. В шлифах, ориентированных перпендикулярно сланцеватости и секущей трещине, т. е. параллельно плоскости поперечных трещин, наблюдается та же закономерность. Однако в секущих и поперечных трещинах все же имеется небольшое число кварцевых зерен, ориентированных оптической осью перпендикулярно стенке трещины.

Такая ориентировка этих немногих зерен кварца является наиболее выгодной для роста в свободном пространстве, так как известно, что скорость роста кристаллов кварца по направлению оптической оси значительно больше, чем по другим направлениям. Поэтому зерна кварца, ориентированные таким образом, быстро разрастаясь затормозят рост многочисленных кристаллов, ориентированных оптической осью параллельно стенкам секущей трещины.

Следовательно, статическая анизотропия «затравок» в метаморфических породах Северного Урала благоприятствует образованию в секущих трещинах хрустальных гнезд с крупными кристаллами кварца.

Геологи, занимавшиеся изучением статической анизотропии пород, утверждают, что существует несколько типов ориентировки зерен кварца

по отношению к плоскости сланцеватости. Эти исследователи отмечают, что в одной и той же метаморфической толще, но в различных участках, оптические оси зерен кварца могут располагаться перпендикулярно или параллельно плоскости сланцеватости.

В нашем распоряжении имеются образцы кварцитовых сланцев (рис. 8, 9), в которых зерна кварца имеют вытянутую форму и располагаются параллельно плоскости сланцеватости. Исследование под микроскопом показало, что удлинение зерен кварца совпадает с оптической осью. Таким образом, в трещинах, секущих сланцеватость пород под прямым углом, зерна кварца своим удлинением ориентированы перпендикулярно стенке трещины.

На рис. 8 и 9 показан характер нарастания кристаллов кварца на стенках секущих трещин.

Из просмотра многочисленных друз кристаллов кварца, нарастающих перпендикулярно стенкам секущих трещин, создается впечатление, что своим началом кристаллы обязаны одновременному росту параллельно ориентированных многочисленных зерен кварца («затравок»).

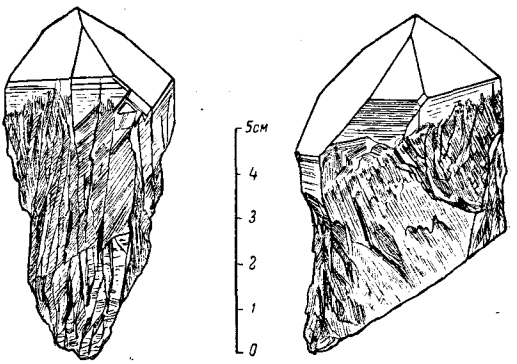



Рис. 9. Характер нарастания кристаллов кварца на сланцы

Аналогичное явление в росте кристаллов наблюдается и в осевых плоскостях зонально-симметричных кварцевых жил. Здесь кристаллы горного хрусталя нарастают непосредственно на жильном кварце. При описании кварцевых жил нами отмечалось, что в центральной зоне зонально-симметричных кварцевых жил зерна жильного кварца имеют удлиненную форму и ориентированы перпендикулярно плоскости симметрии кварцевой жилы. Такая ориентировка зерен жильного кварца, повидимому, создает весьма благоприятные условия для зарождения и образования кристаллов кварца. При повторном раскрытии кварцевой жилы по ее центральному шву циркулирующие гидротермальные растворы, очевидно, возобновляют рост ориентированных зерен жильного кварца; в процессе своего роста при наличии свободной полости они могут слиться в отдельные, хорошо ограниченные кристаллы горного хрусталя. Кристаллы, нарастающие на противоположных стенках центральной плоскости зонально-симметричной кварцевой жилы, обращены своими головками к центру жилы и являются как бы продолжением зерен жильного кварца. Очевидно, что в данном случае ориентировка кристаллов уже задана ориентировкой зерен жильного кварца центральной зоны зонально-симметричных кварцевых жил.

Необходимо подчеркнуть, что ориентировка «затравок» создает благоприятные условия для зарождения и образования кристаллов кварца только в том случае, если имеется свободная полость для их роста.

Хрусталеносность секущих кварцевых жил (рис. 10), очевидно, обусловливается, главным образом, тем, что секущие трещины неоднократно открывались и благодаря этому имели связь с магматическим очагом в течение всего гидротермального процесса.

Большинство согласных трещин, по всей вероятности, потеряло связь с магматическим очагом после того, как закончилось формирование собственно кварцевых жил. Видимо, этим объясняется их нехрусталеносность.

Нами уже отмечалось, что к концу гидротермального процесса растворы были менее насыщены кремнекислотой, химическая активность

их значительно повысилась, и благодаря этому они стали оказывать на вмещающие породы активное воздействие, окаймляя кварцевые жилы зоной околожильного изменения.

Следовательно, кварцевые жилы, сопровождающиеся интенсивным изменением вмещающих пород, являются более молодыми по сравнению с жилами, у которых околожильное изменение выражено слабо или со-

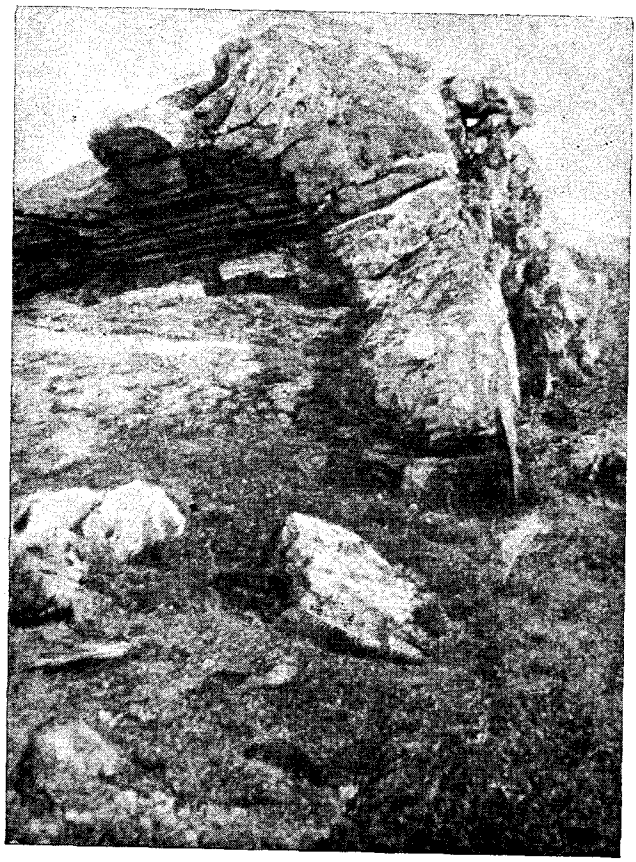


Рис. 10. Секущая кварцевая жила

вершенно отсутствует. Поскольку образование кристаллов кварца происходило в последние фазы гидротермального процесса, естественно предположить, что наиболее хрусталеносными должны быть те кварцевые жилы, около которых довольно четко выражено гидротермальное изменение вмещающих пород.

## ЛИТЕРАТУРА


1. Григорьев Д. П., Как образуются друзы минералов, Природа, 1947, № 9.
2. Карякин А. Е., Генетическая связь хрустальных гнезд с кварцевыми жилами и происхождение полостей, Записки Ленинградского горного института, 1949, т. XXIII.
3. Карякин А. Е., О связи качества кристаллов кварца с их внешним обликом, Записки Всесоюзного минералогического общества, 1948, № 4.
4. Меркулова Г. В., К вопросу о типе и генезисе месторождений пьезо-кварца Приполярного Урала, Известия АН СССР, серия геологическая, 1942, № 3.